

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	03	03	13 - 22	2016	2252-5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

- Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)

PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* PADA *POROUS CONCRETE BLOCK* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS

Eko Febrianto, Arie Wardhono, 01 – 08

PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS *PAVING STONE* BERPORI

Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono, 09 – 12

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN *ADMIXTURE* SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS *PERMEACONCRETE PAVING STONE*

Kukuh Ainnuridin, Arie Wardhono, 13 – 22



Pengaruh Penggunaan Bahan *Admixture* Sikacim Terhadap Penguatan Kuat Tekan dan Permeabilitas *Permeaconcrete Paving Stone*

Kukuh Ainnurdin

Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
andnkukuh@gmail.com

Abstrak

Banjir atau genangan merupakan permasalahan umum yang terjadi di hampir semua kota besar di Indonesia. Salah satu upaya untuk mereduksi jumlah air limpasan adalah dengan memasang *porous concrete block* yang memiliki efisiensi cukup tinggi dalam meresapkan air limpasan kedalam tanah. Pada penelitian ini *porous concrete block* didesain dengan *mix design* campuran yang optimum berdasarkan penelitian sebelumnya dengan mencoba menambahkan *admixture* sikacim sehingga dapat diketahui nilai kuat tekan tertinggi dan permeabilitas pada pembuatan *porous concrete block*.

Pada penelitian ini dilakukan dari beberapa kegiatan yang prosesnya bisa digunakan sebagai dasar untuk membuat keputusan, dan untuk membuat keputusan tersebut diantaranya melalui proses yang disebut dengan proses pengumpulan data, proses pengolahan data, proses analisa data dan cara pengambilan keputusan secara umum berdasarkan hasil penelitian. Kemudian campuran yang digunakan adalah 1PC: 0,3 Air: 4 agregat untuk *paving* normal dan 1PC: 0,3 Air: 4 dengan rasio sikacim terhadap berat semen (0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%).

Penambahan sikacim pada *permeaconcrete paving stone* sebagai *admixture* jika ditinjau dari nilai porositas dan sifat permeabilitas (kecepatan resap air dan lolos air) diperoleh campuran 0% *permeaconcrete paving stone* yang optimum untuk mendapatkan nilai porositas sebesar 21,29% dan kecepatan serap air yaitu sebesar 0,427%. Kemudian untuk kuat tekan didapatkan campuran *permeaconcrete paving stone* 0% yang optimum dengan nilai kuat tekan sebesar 13,82 MPa. Jadi dengan ditambahkannya *admixture* sikacim membuat nilai kuat tekan dan permeabilitas pada *paving* menurun dari *permeaconcrete paving stone* normal.

Kata Kunci: Paving, kuat tekan, permeabilitas, *admixture*

Abstract

Flooding is a common problem that occurs in almost all major cities in Indonesia. One effort to reduce the amount of water runoff by installing porous concrete block which has a fairly high efficiency in absorbing water runoff into the soil. In this study, porous concrete block is designed with an optimum mix design mix based on previous research by trying to add the *admixture* sikacim so it can know the value of the highest compressive strength and permeability of the porous concrete block manufacture.

In this research, of some of the activities that the process can be used as a basis for making decisions, and to make such decisions including through a process called the process of data collection, data processing, data analysis process and how decisions are generally based on research results. The mixture used is 1PC: 0.3 water: 4 aggregate for paving normal and 1PC: 0.3 water: 4 aggregate with ratio of sikacim against the weight of the cement of (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0, 4%, 0.5% repectively).

Extra sikacim on *permeaconcrete paving stone* as *admixture* in terms of porosity and permeability properties obtained a mixture of 0% *permeaconcrete paving stone* that is optimum to get the value by 21.29% porosity and water absorption rate that is equal to 0.427%. While the compressive strength of the mixture obtained *permeaconcrete paving stone* 0% the optimum value of 13.82 MPa compressive strength. Thus the addition of *admixture* sikacim tend to make the compressive strength and permeability lower than that of *permeaconcrete paving stone* normal.

Keywords: Paving, strength, permeability, *admixture*

PENDAHULUAN

Banjir atau genangan merupakan permasalahan umum yang terjadi di hampir semua kota besar di Indonesia. Hal ini disebabkan selain karena curah hujan yang tinggi juga karena tertutupnya lahan yang mampu meresapkan air

limpasan hujan ke dalam tanah oleh adanya penutupan lahan kota-kota besar di Indonesia seperti Surabaya, sudah banyak dibangun perumahan sehingga banyak lahan yang tadinya berfungsi menyerap air kini tertutup oleh gedung-gedung dan pengerasan jalan dengan aspal. Selain itu

banjir juga disebabkan oleh gangguan fungsi drainase yang ada akibat tumpukan sampah.

Jalan dari beton maupun aspal bersifat kedap air, sehingga air hujan akan langsung tergenang di jalan-jalan tersebut. Jalan di area permukiman umumnya menggunakan paving block atau paving stone, namun paving stone di area tersebut memiliki kemampuan yang masih rendah dalam meresapkan air limpasan ketanah.

Paving block (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat (abu batu/pasir) dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (SNI03-0691-1996). Dengan komposisi tertentu *paving block* mempunyai permukaan *semipermeable* atau *permeable* yang memungkinkan air dapat masuk ke dalam tanah. *Paving block* yang dimanfaatkan sebagai lapisan perkerasan baik didalam atau diluar bangunan dapat berwarna seperti aslinya atau diberi warna tertentu (SNI03-0691-1996).

Salah satu upaya untuk mereduksi jumlah air limpasan adalah dengan memasang *porous concrete block* yang memiliki efisiensi cukup tinggi dalam meresapkan air limpasan kedalam tanah. Beberapa negara telah mengaplikasikan *porous concrete block* ini untuk mereduksi air limpasan ketika terjadi hujan, namun di Indonesia belum ada yang mengaplikasikan *porous concrete block*.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan (Tamara, dkk. 2009) *mix design* campuran 1 pc; 0,3 air; 4 agregat kasar pada benda uji A3 dengan komposisi agregat 50%:50% dengan ketebalan paving 60 mm memiliki rata-rata kuat tekan dan rata-rata nilai porositas yang baik dan termasuk paving mutu C yang memiliki kuat tekan antara 12,5 – 15 MPa, sehingga bisa digunakan untuk pedestrian.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan (Irene. 2011) penambahan *admixture* sikacim pada beton ternyata bisa mendapatkan kuat tekan beton yang melebihi mutu beton rencana $f_c' = 27,5$ MPa yaitu dengan campuran sikacim sebesar 0,3% adalah 38,87 MPa; sikacim 0,6% dan 0,9% adalah 33,94 MPa.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa jenis dan komposisi dengan nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi adalah *admixture* sikacim dengan kadar 0,3% dari berat semen. Dengan demikian, untuk penelitian selanjutnya *porous concrete block* didesain dengan *mix design* campuran yang optimum dengan mencoba menambahkan *admixture* sikacim sehingga didapat nilai kuat tekan tertinggi pada pembuatan *porous concrete block*.

Dengan demikian, untuk penelitian selanjutnya *porous concrete block* didesain dengan *mix design* campuran yang optimum dengan mencoba menambahkan *admixture* sikacim sehingga dapat diketahui nilai kuat tekan tertinggi pada pembuatan *porous concrete block*.

Dari permasalahan yang muncul pada latar belakang yang dibuat dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan *admixture* sika terhadap permeabilitas *permeaconcrete paving stone*?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan *admixture* sika terhadap kuat tekan *permeaconcrete paving stone*?
3. Bagaimanakah komposisi *mix design* yang optimum untuk pembuatan *permeaconcrete paving stone*?

Penelitian yang dilaksanakan memiliki tujuan untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *admixture* sika terhadap permeabilitas *permeaconcrete paving stone*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *admixture* sika terhadap kuat tekan *permeaconcrete paving stone*.
3. Untuk mengetahui komposisi *mix design* yang optimum untuk pembuatan *permeaconcrete paving stone*.

Manfaat dari penelitian ini ada 2 macam yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kebutuhan penambahan *admixture* yang paling optimal sehingga didapat campuran yang paling tepat dalam pembuatan *permeaconcrete paving stone*.

2. Sebagai usaha untuk menjaga ketersediaan air tanah karena memiliki daya serap yang tinggi.

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Agregat kasar yang digunakan yaitu kerikil berupa batu pecah yang diperoleh dari Pabrik Merak Jaya Beton, dengan ukuran agregat 10-15 mm dan agregat 5-10 mm.
2. Bahan tambahan (*admixture*) yang digunakan hanya satu jenis yaitu produk sikacim dengan kadar 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, dan 0,5% dari berat semen.
3. Benda uji dibuat pada cetakan paving dengan ukuran 21x10,5x8 cm sebanyak 66 buah.
4. Parameter yang diukur adalah kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Untuk porositas dan sifat permeabilitas (kecepatan serap air dan lolos air) diukur pada umur 28 hari.
5. Uji nilai slump pada campuran beton berpori diabaikan.
6. Ukuran ketebalan paving yang digunakan adalah 80 cm dikarenakan keterbatasan alat dipabrik.
7. Metode *curing* yang dipakai adalah dengan menggunakan terpal/plastik cor untuk menutup seluruh permukaan benda uji.

METODE

A. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dari beberapa kegiatan yang prosesnya dimulai dari kegiatan memperoleh data hingga data tersebut bisa digunakan sebagai dasar untuk membuat keputusan, dan untuk membuat keputusan tersebut diantaranya melalui proses yang disebut dengan proses pengumpulan data, proses pengolahan data, proses analisa data dan cara pengambilan keputusan secara umum berdasarkan hasil penelitian. Garis besar tahapan pelaksanaan penelitian secara umum dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini :



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

B. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang variabelnya diukur, dimanipulasi, atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungannya dengan suatu gejala yang diobservasi. (Sarwono, 2006). Pada penelitian ini, variabel bebas berupa rasio sikacim.

a. Rasio sikacim terhadap berat semen (0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%)

b. Agregat kasar

c. Faktor air semen (FAS)

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang diakibatkan keadaan yang bergantung pada variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikat adalah nilai kuat tekan, porositas, dan permeabilitas.

3. Variabel Kontrol (*Control Variable*)

Variabel kontrol adalah perlakuan yang disamakan terhadap penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini variabel kontrol berupa komposisi kerikil, semen, faktor air semen, dan sikacim.

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara pengujian langsung di pabrik PT. Merak Jaya Beton. Dimana data-data yang didapatkan akan dikumpulkan serta diolah dan kemudian dianalisa untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh komposisi admixture pada beton berpori ditinjau dari kuat tekan, porositas, dan permeabilitas. Pada penelitian ini terdapat 6 buah komposisi, dimana setiap komposisi dibuat sebanyak 12 buah sehingga total dari benda uji yang akan dibuat adalah 72 buah. Benda uji untuk setiap komposisi akan diuji pada hari ke 7, 14, dan 28.

D. Metode Pencampuran

Metode pencampuran material dalam pembuatan *permeaconcrete paving stone* adalah agregat kasar dan semen akan dicampur dalam keadaan kering setelah itu baru ditambahkan air. Karena pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Tamara, dkk. 2009) metode pencampuran semen dicampur dengan air hingga menjadi pasta, kemudian ditambahkan agregat kasar membuat benda uji pada lapisan bawah tertutup oleh pasta.

E. Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji dan proses pengujiannya dilakukan di PT. Merak Jaya Beton. Dimana jenis cetakan yang digunakan adalah cetakan dari mesin dengan jumlah sekali cetak adalah 12 buah seperti pada cetakan mesin paving pada umumnya. Tiap Komposisi akan dibuat sebanyak 12 buah untuk tiap pengujian.

Secara umum tata cara serta langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat benda uji dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- Persiapan
- Pengadukan Benda Uji
- Pencetakan dan *Curing*

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu :

- Pada penelitian ini, peneliti menggunakan program *Microsoft Excel* untuk menyajikan data menjadi informasi yang sederhana. Kemudian dilakukan pembahasan terhadap hasil yang telah diperoleh peneliti dari penelitian tersebut guna ditarik kesimpulan.
- Dari data yang sudah berbentuk kuantitatif (data berbentuk angka) kemudian dianalisa secara deskripsi kualitatif.

G. Pengujian Benda Uji

Seperti pembuatan benda uji, pengujian benda uji juga dilakukan di PT. Merak Jaya Beton. Ada 3 Pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian kuat tekan, porositas, dan permeabilitas.

1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan akan dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton. Dimana pada pengujian ini beton akan ditekan hingga rusak atau hancur untuk mengetahui seberapa kuat tekan maksimum yang dimiliki.

Pada penelitian ini proses pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari untuk mengetahui dan memantau peningkatan kuat tekan beton apakah nantinya akan memenuhi harapan atau tidak. Pada umur 7 hari 3 buah beton berpori untuk tiap komposisinya akan di uji kuat tekannya, hal ini juga dilakukan pada hari ke 14 dan ke 28.

2. Analisa Presentase Rongga Udara

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui nilai perbandingan dari volume pori dengan volume total suatu spesimen yang dinyatakan dalam persen. Menurut (Grajuantomo, 2008) nilai porositas dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{Rongga Udara} = \left(\frac{\text{Berat Beton Normal} - \text{Berat Sampel}}{\text{Berat Beton Normal}} \right) \times 100\% (1)$$

3. Pengujian Permeabilitas

Langkah pertama dalam pengujian permeabilitas dalam beton adalah (1) mempersiapkan air sebanyak 1000 ml, (2) menimbang berat sampel benda uji (kg), (3) memegang benda uji sampai dengan jarak ± 25 cm dari wadah air, (4) menyiram air diatas permukaan benda uji sampai air keluar dari permukaan bawah sampel ke wadah, (5) mencatat waktunya (detik), dan (6) menghitung jumlah air yang keluar dari benda uji (ml).

Besarnya nilai permeabilitas menurut (Grajuantomo, 2008) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

a) Analisa kecepatan serapan air

Perhitungan kecepatan air dilakukan secara manual yaitu benda uji dialiri air lalu dihitung waktu air berada diatas permukaan atas benda uji sampai air keluar di permukaan bawah benda uji.

$$V = \frac{H \text{ (m)}}{T \text{ (det)}} \quad (2)$$

Dimana :

V = Kecepatan air (m/s)

H = Tinggi Benda uji (m)

T = Waktu air mengalir sampai dibawah permukaan (det)

b) Analisa persentase lolos air

Perhitungan persentase lolos air dilakukan secara manual yaitu benda uji dialiri air lalu diukur jumlah air yang dihasilkan atau lolos dari benda uji. Rumus Perhitungan persentase lolos air :

$$\% \text{ Lolos Air} = \frac{\text{Jumlah Air Lolos (ml)}}{1000} \times 100 \% \quad (3)$$

Pengujian porositas *permeaconcrete paving stone* dilakukan pada umur 28 hari. Porositas sampel diuji dengan rumus Persamaan 1

Nilai rata-rata hasil pengukuran berat *permeaconcrete paving stone* serta besarnya porositas untuk masing-masing tipe *mix design* dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Nilai Porositas Setiap *Mix Design*

Type Mix Design	Berat Kering Paving (gr)	Rata-Rata Berat Kering (gr)	Berat Paving Normal	Volume Sampel (cm ³)	% Porositas
A (Normal)	1 3200	3266.7	4150	1764	21.29
	2 3300				
	3 3300				
B (SC 0.1%)	1 3200	3233.3	4150	1764	22.09
	2 3200				
	3 3300				
C (SC 0.2%)	1 3100	3166.7	4150	1764	23.69
	2 3200				
	3 3200				
D (SC 0.3%)	1 3100	3166.7	4150	174	23.69
	2 3100				
	3 3300				
E (SC 0.4%)	1 3100	3200.0	4150	1764	22.89
	2 3200				
	3 3300				
F (SC 0.5%)	1 3200	3133.3	4150	1764	24.50
	2 3100				
	3 3100				

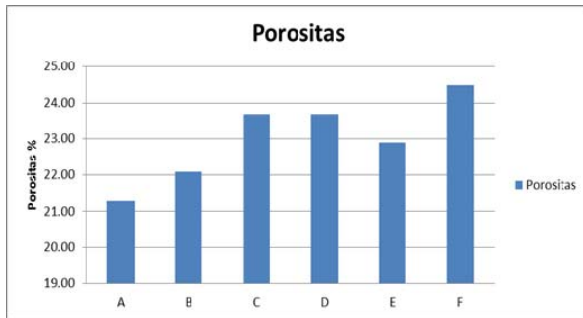
Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dapat dilihat presentase nilai porositas antara *permeaconcrete paving stone mix design* tipe A, B, C, D, E, dan F tidak jauh berbeda sedangkan *permeaconcrete paving stone* tipe F memiliki presentase nilai porositas yang lebih baik dibandingkan dengan tipe A, B, C, D, dan E. Nilai tersebut dapat dijadikan sebagai parameter untuk menentukan *mix design* mana yang paling baik dan tepat dalam pembuatan *permeaconcrete paving stone* dari segi porositas dan dapat ditentukan dengan melihat Tabel 2. dan Gambar 2.

Tabel 2. Ranking Rata-Rata Nilai Rata-Rata Porositas

No	Nilai Porositas %	Mix Design	Kriteria Porositas 15-25%
1	24.50	F	OK
2	23.69	C	OK
3	23.69	D	OK
4	22.89	E	OK
5	22.09	B	OK
6	21.29	A	OK

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Porositas



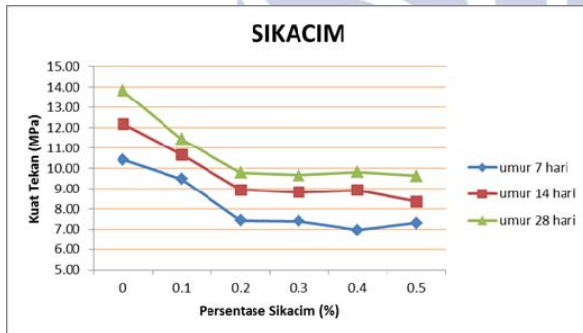
Gambar 2. Grafik perbandingan porositas dari berbagai tipe *mix design*

Keterangan:

A = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat
B = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,1 Sikacim
C = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,2 Sikacim
D = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,3 Sikacim
E = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,4 Sikacim
F = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,5 Sikacim

2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan *permeaconcrete paving stone* dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Adapun hasil dari pengujian kuat tekan *permeaconcrete paving stone* untuk berbagai tipe *mix design* ditunjukkan dalam Gambar 3.

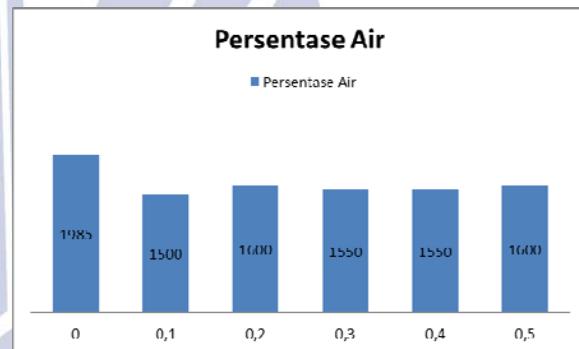


Gambar 3. Grafik perbandingan rata-rata nilai kuat tekan *permeaconcrete paving stone*

Jika dilihat dari perbedaan komposisi yang digunakan yaitu normal tanpa menggunakan *admixture*, 0,1% (*mix design* tipe B), 0,2% (*mix design* tipe C), 0,3% (*mix design* tipe D), 0,4% (*mix design* tipe E), dan 0,5% (*mix design* tipe F) menghasilkan kuat tekan yang berbeda. Nilai kuat tekan terbesar didapatkan oleh tipe *mix design* A yang tidak menggunakan *admixture*. Nilai kuat tekan terkecil didapatkan oleh tipe *mix design* F dengan persentase penggunaan *admixture* 0,5%.

Berdasarkan data-data hasil uji kuat tekan dari *permeaconcrete paving stone* yang dibuat dengan proporsi kebutuhan bahan antara lain semen, agregat, air

dan *admixture* dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang berbeda dengan *permeaconcrete paving stone* tanpa *admixture*. Faktor banyaknya *admixture* dan pengurangan air sampai 15% yang digunakan turut menentukan besarnya nilai kuat tekan dari *permeaconcrete paving stone*. Faktor air semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan *permeaconcrete paving stone*. Tetapi ada perbedaan antara *permeaconcrete paving stone* dengan beton normal lainnya dari segi kebutuhan air. Pada umumnya, untuk beton normal faktor air yang berlebihan dapat menurunkan kuat tekan dari beton tersebut. Sedangkan, dalam pembuatan *permeaconcrete paving stone* faktor air perlu dikontrol dan perlu perhatian khusus agar *workability* saat pembuatan dan mendapatkan campuran pasta yang pas.



Gambar 4. Persentase penggunaan air setiap *mix design*

Tabel 3. Ranking Rata-Rata Nilai Kuat Tekan

No	Rata-Rata Kuat Tekan (Mpa)	Mix Design	Kriteria Kuat Tekan Mutu (> 8,5 MPa)	Mutu
1	13.82	A	OK	C
2	11.44	B	OK	D
3	9.78	C	OK	D
4	9.66	D	OK	D
5	9.82	E	OK	D
6	9.62	F	OK	D

Ditinjau dari besarnya uji kuat tekan *permeaconcrete paving stone* yang dibuat dengan berbagai macam tipe *mix design* maka dapat diklasifikasikan dalam beberapa mutu berdasarkan persyaratan tentang *paving block* menurut SNI-03-0691-1996. Mutu C adalah *paving* yang memiliki kuat tekan antara 12,5-15 MPa. Sedangkan, untuk mutu D adalah *paving* yang memiliki kuat tekan antara 8,5-10 MPa.

Perbedaan klasifikasi mutu berpengaruh terhadap aplikasi dari penggunaan *paving*. Mutu C dapat digunakan untuk pedestrian atau mutu dibawahnya. sedangkan mutu D hanya digunakan untuk konstruksi taman. Dengan demikian, permeaconcrete paving stone dengan *mix design* tipe A dapat diaplikasikan pada pedestrian dan *mix design* tipe B, C, D, E, dan F dapat diaplikasikan untuk taman.

3. Hasil Pengujian Permeabilitas

a) Analisa Kecepatan Serap Air

Pengujian dan analisa kecepatan air *permeaconcrete paving stone* dilakukan pada umur 28 hari. Analisa kecepatan sampel diuji dengan rumus Persamaan 2

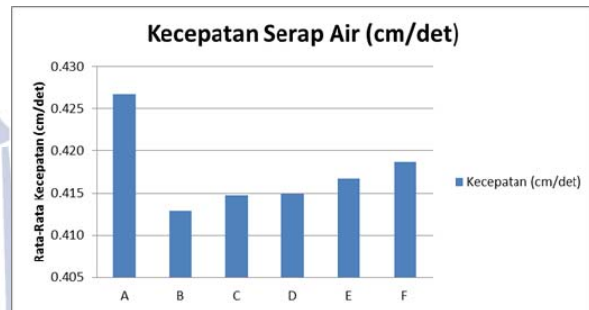
$$V(\text{cm/det}) = \frac{H(\text{cm})}{T(\text{det})} = \frac{30 \text{ cm}}{72 \text{ det}} = 0,417 \text{ cm/det}$$

Tipe *mix design* A merupakan salah satu contoh penggunaan rumus Persamaan 2, selanjutnya mengikuti penggunaan rumus seperti diatas. Nilai rata-rata hasil pengukuran kecepatan air *permeaconcrete paving stone* serta besarnya porositas untuk masing-masing tipe *mix design* dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kecepatan Serap Air *Permeaconcrete Paving Stone*

Type Mix Design	Tinggi (cm)	Waktu (detik)	Kecepatan Air (cm/ det)	Rata-rata (cm/ det)
A (Normal)	1	30	72	0.417
	2	30	70	0.429
	3	30	69	0.435
B (SC 0,1%)	1	30	73	0.411
	2	30	72	0.417
	3	30	73	0.411
C (SC 0,2%)	1	30	73	0.411
	2	30	72	0.417
	3	30	72	0.417
D (SC 0,3%)	1	30	70	0.429
	2	30	74	0.405
	3	30	73	0.411
E (SC 0,4%)	1	30	73	0.411
	2	30	71	0.423
	3	30	72	0.417
F (SC 0,5%)	1	30	72	0.417
	2	30	72	0.417
	3	30	71	0.423

Berdasarkan *Portland Cement Association* kriteria kecepatan menyerap air yang disyaratkan untuk *porous concrete* adalah antara 0,2 cm/det sampai dengan 0,533 cm/detik. Dari hasil pengujian, benda uji yang memenuhi kriteria adalah benda uji A, B, C, D, E, dan F yang mempunyai kecepatan menyerap air seperti yang tertera pada Tabel 5. dan Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan rata-rata kecepatan serap air *permeaconcrete paving stone*

Tabel 5. Ranking Rata-Rata Kecepatan Serap Air *Permeaconcrete Paving Stone*

No	Rata-Rata Kecepatan Serap Air (cm/ det)	Mix Design	Kriteria 0,2-0,533 (cm/ det)
1	0.427	A	OK
2	0.411	B	OK
3	0.411	C	OK
4	0.411	D	OK
5	0.417	E	OK
6	0.419	F	OK

Keterangan:

A = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat D = 1PC: 0,3Air: 4 Agregat: 0,3 Sikacim
B = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,1Sikacim E = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,4 Sikacim
C = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,2 Sikacim F = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,5 Sikacim

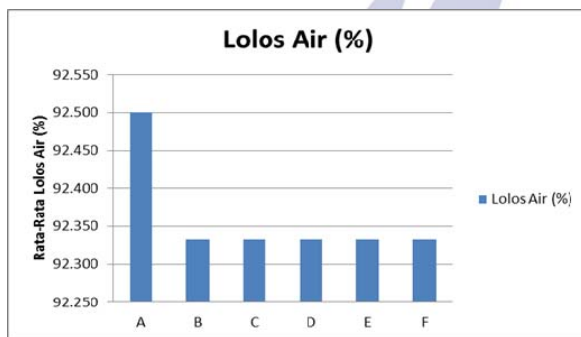
b) Analisa Persentase Lolos Air

Pengujian analisa lolos air dilakukan pada umur 28 hari. Untuk analisa kecepatan sampel diuji dengan rumus Persamaan 3.

$$\% \text{ Lolos Air} = \frac{928(\text{ml})}{1000} \times 100 \% = 92,50\%$$

Tabel 6. Nilai Rata-Rata Lolos Air *Permeaconcrete Paving Stone*

Type Mix Design		Jumlah Air (ml)	Jumlah Air Lolos (ml)	Persentase Lolos Air (%)	Rata-rata (%)
A (Normal)	1	1000	930	93,000	92,500
	2	1000	925	92,500	
	3	1000	920	92,000	
E (SC 0,1%)	1	1000	930	93,000	92,333
	2	1000	920	92,000	
	3	1000	920	92,000	
C (SC 0,2%)	1	1000	920	92,000	92,333
	2	1000	920	92,000	
	3	1000	920	92,000	
D (SC 0,3%)	1	1000	925	92,500	92,333
	2	1000	925	92,500	
	3	1000	920	92,000	
E (SC 0,4%)	1	1000	920	92,000	92,333
	2	1000	930	93,000	
	3	1000	920	92,000	
F (SC 0,5%)	1	1000	930	93,000	92,333
	2	1000	925	92,500	
	3	1000	915	91,500	

Gambar 6. Grafik perbandingan rata-rata lolos air *permeaconcrete paving stone*

Keterangan:

A = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat D = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,3 Sikacim
 B = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,1 Sikacim E = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,4 Sikacim
 C = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,2 Sikacim F = 1PC: 0,3 Air: 4 Agregat: 0,5 Sikacim

Tipe *mix design* A merupakan salah satu contoh penggunaan rumus persamaan 3, selanjutnya mengikuti penggunaan rumus seperti diatas.

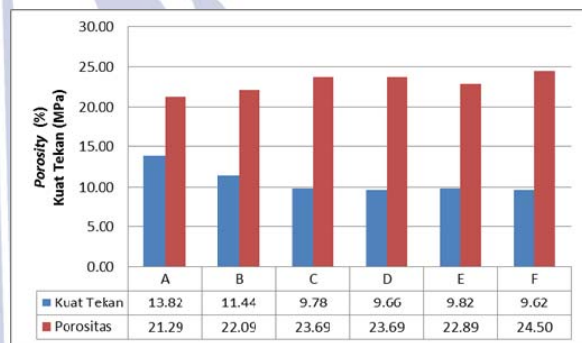
Dari hasil pengujian, pada benda uji A, B, C, D, E dan F mempunyai persentase lolos air hingga 92%, Nilai rata-rata hasil pengukuran lolos air *permeaconcrete paving stone* dapat dilihat dalam Tabel 6.

4. Hubungan Antara Porositas dan Kuat Tekan Terhadap Penambahan *Admixture* Sikacim

Menurut Bowles, JE 1986 dalam Yanuar Ardi, (2011) menyebutkan bahwa permeabilitas adalah kemampuan media yang poros untuk mengalirkan fluida. Setiap material dengan ruang kosong diantaranya disebut poros, dan apabila ruang itu

saling berhubungan maka ia akan memiliki sifat permeabilitas. Semakin besar nilai porositas maka akan menurunkan nilai kuat tekan dari paving

Kemudian hubungan antara porositas dan kuat tekan terhadap penambahan *admixture* sikacim yang dapat kita lihat pada gambar 7. Dimana dengan ditambahkannya sikacim membuat *paving* lebih berpori. Hal ini terjadi karena lapisan pasta pada *paving* yang mengering terlihat mudah rontok serta membuat ikatan antar agregat kasar menjadi kurang kokoh. Tentunya akan mempengaruhi nilai kuat tekan yang ingin dicapai.



Gambar 7. Nilai rata-rata porositas dan kuat tekan

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan analisa pada bab sebelumnya dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan sikacim pada *permeaconcrete paving stone* sebagai *admixture* jika ditinjau dari nilai porositas dan sifat permeabilitas (kecepatan resap air dan lolos air) mengalami penambahan nilai pada setiap tipe *mix design* yang menggunakan *admixture*, sedangkan pada nilai lolos air tidak ada perbedaan yang signifikan. Berdasarkan nilai-nilai tersebut dapat dikatakan bahwa semakin banyak kadar *admixture* sikacim yang ditambahkan dalam campuran *permeaconcrete paving stone* menyebabkan rongga paving semakin menutup dan air meresap lebih lambat. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penambahan 0,1% sikacim didapatkan nilai porositas 22,09%, kecepatan serap air 0,413 cm/detik, dan lolos air 92,5%.

Penambahan 0,2% sikacim didapatkan nilai porositas 23,69%, kecepatan serap air 0,415 cm/detik, dan lolos air 92,33%. Penambahan 0,3% sikacim didapatkan nilai porositas 23,69%, kecepatan air 0,415 cm/detik, dan lolos air 92,33%. Penambahan 0,4% sikacim didapatkan nilai porositas 22,89%, kecepatan air 0,417 cm/detik, dan lolos air 92,33%. Penambahan 0,5% sikacim didapatkan nilai porositas 24,50%, kecepatan air 0,419 cm/detik, dan lolos air 92,33%. Dari hasil tersebut diperoleh campuran 0% *permeaconcrete paving stone* yang optimum untuk mendapatkan nilai porositas sebesar 21,29% dan kecepatan serap air yaitu sebesar 0,427%.

2. Penambahan sika pada *permeaconcrete paving stone* sebagai *admixture* ditinjau dari kuat tekan paving mengalami penambahan dan penurunan nilai kuat tekan pada setiap penambahan sikacim. Dapat dikatakan bahwa semakin banyak kadar sikacim yang ditambahkan dalam campuran berbagai tipe *mix design* menyebabkan nilai kuat tekan tidak selalu mengalami peningkatan. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penambahan 0,1% sikacim didapatkan nilai kuat tekan 11,44 MPa. Penambahan 0,2% sikacim didapatkan nilai kuat tekan 9,78 MPa. Penambahan 0,3% sikacim didapatkan nilai kuat tekan 9,66 MPa. Penambahan 0,4% sikacim didapatkan nilai kuat tekan 9,82 MPa. Penambahan 0,5% sikacim didapatkan nilai kuat tekan 9,62 MPa. Dari hasil tersebut diperoleh 0% campuran paving tanpa sikacim sebagai campuran *permeaconcrete paving stone* yang optimum untuk mendapatkan nilai kuat tekan yaitu sebesar 13,82 MPa.
3. Dilihat dari pengujian yang sudah dilakukan maka hasil *mix design* yang optimum adalah tipe A untuk diterapkan pada areal pedestrian sedangkan tipe B, C, D, E, dan F dapat digunakan untuk mutu D yaitu areal taman.

B. Saran

Melihat penelitian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Menggunakan tebal paving yang berbeda sehingga hasil penelitian dapat menunjukkan perbedaan yang signifikan pada pengujian kuat tekan, porositas, kecepatan serap air, dan lolos air.
2. Perlu dilakukan penelitian pada perilaku paving dengan umur jangka panjang, karena pada penelitian ini paving diuji hingga mencapai umur 28 hari saja.
3. Perlu dilakukan penelitian yang meninjau beberapa faktor seperti penambahan agregat halus atau admixture lain yang dapat mempengaruhi kuat tekan, porositas, kecepatan serap air dan lolos air.
4. Penelitian ini hanya bisa diterapkan pada jalan mutu C dan D sehingga untuk penelitian selanjutnya mungkin dapat diterapkan di kelas jalan yang lebih tinggi dengan cara mengubah komposisi *mix design*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *SNI 03-0691-1996: Batan Beton (Paving Block)*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional (DSN).
- Ferdian, F. (2012). *Studi Penelitian Komposisi Beton Berpori Dengan Variasi Jenis Dan Presentase Bahan Admixture Terkait Nilai Kuat Tekan Pada Aplikasi Sidewalk*. Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton: Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
- Pervious Concrete Mixtures and Properties*. (2004, December). Diambil kembali dari Portland Cement Association: <http://www.cement.org/docs/default-source/sustainability2/pervious-concrete-mixtures-and-properties-ct043.pdf>
- Sunggono, K. (1984). *Mekanika Tanah*. Bandung: Nova.

- Tamara, P., & Sahusilawane, D. (2009). *Pembuatan Porous Concrete Block*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Grajuantomo. (2008). *Pembuatan Beton Lulus Air (Porous Concrete) Menggunakan Material Geopolimer Sebagai Bahan Pengikat*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Prasetio, M. Y. (2011). *Porositas dan Permeabilitas Beton Menggunakan Pasir Taling Timbang Timah dan Pasir Besi*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

